

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000015476  
PUBLICATION DATE : 18-01-00

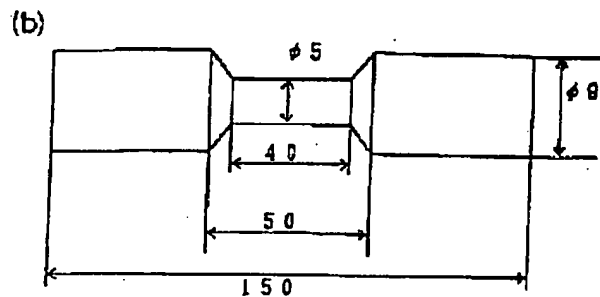
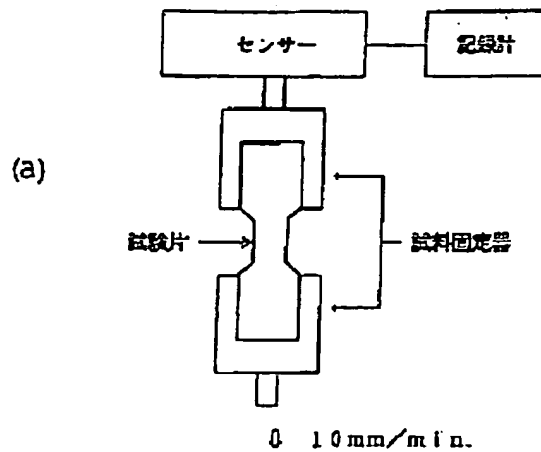
APPLICATION DATE : 29-06-98  
APPLICATION NUMBER : 10182070

APPLICANT : ISHIKAWA KINZOKU KK;

INVENTOR : OZAKI JINICHI;

INT.CL. : B23K 35/26 C22C 13/00 C22C 13/02  
H05K 3/34

TITLE : LEAD-FREE SOLDER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lead-free solder which is less different from a conventional solder in melting point, wettability and mechanical strength, and whose composition elements can be stably and globally supplied, and available from the cost aspect.

SOLUTION: A publicly known lead-free solder alloy having the composition consisting of, by mass, 0.5-3.5% Ag, 0.1-1.0% Cu, 0.5-10.0% Bi, and the balance Sn, is hard and brittle, and weak in its mechanical strength. To reinforce its disadvantages, 0.001-0.01% P, and 0.001-0.01% Ni are added to the alloy to improve the mechanical strength.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-15476

(P2000-15476A)

(43) 公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	
			13/02
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-182070

(22) 出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)

(71) 出願人 000198259

石川金属株式会社

大阪府堺市築港浜寺西町7番21号

(72) 発明者 松本 寿夫

大阪府堺市築港浜寺西町7番21号 石川金属株式会社内

(72) 発明者 村岡 直樹

大阪府堺市築港浜寺西町7番21号 石川金属株式会社内

(74) 代理人 100080827

弁理士 石原 勝

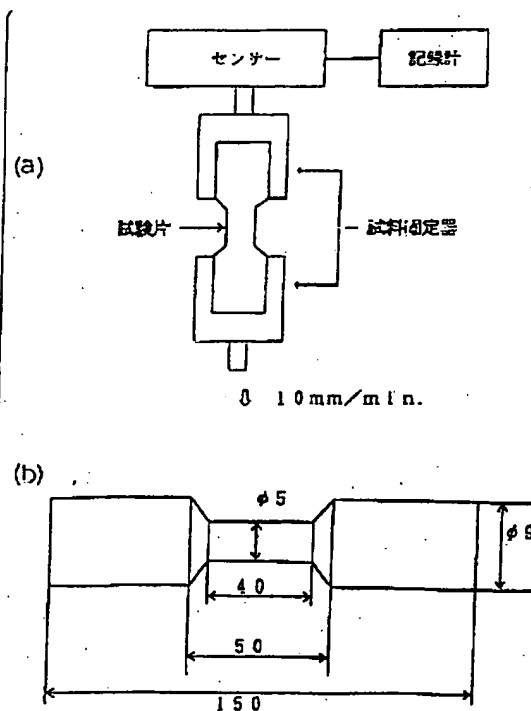
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無鉛はんだ

(57) 【要約】

【課題】 はんだの融点、ぬれ性、機械的強度が従来のはんだと差異がない無鉛はんだを提供する。しかも無鉛はんだの組成元素は、世界的に安定供給でき、コスト面でも入手可能なものを使用する。

【解決手段】 組成は、Ag 0.5～3.5質量%、Cu 0.1～1.0質量%、Bi 0.5～10.0質量%、Sn残部からなる公知の無鉛はんだ合金があるが、この合金は、硬くて脆い性質があり、はんだ付け後の機械的強度が弱い。その欠点を補強するために、上記合金系に、P 0.001～0.01質量%を添加すると共に、Ni 0.001～0.01質量%、等を添加して機械的強度を改良した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Ni0.001～0.01質量%、Snを含むはんだ合金。

【請求項2】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Ge0.005～0.05質量%、Snを含むはんだ合金。

【請求項3】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Te0.001～0.01質量%、Ga0.01～0.1質量%、Snを含むはんだ合金。

【請求項4】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Co0.001～0.01質量%、Snを含むはんだ合金。

【請求項5】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Cr0.005～0.05質量%、Snを含むはんだ合金。

【請求項6】組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Cr0.005～0.05質量%、Co0.001～0.01質量%、Snを含むはんだ合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器や電機機器の回路基板上に小型のチップ部品や半導体部品を精度良く実装するために、主として用いられる無鉛はんだに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】無鉛はんだは、従来のはんだで使用している鉛が毒性を有することから、現在それらの産業廃棄物による環境汚染が問題視されてきている。それ故に、このような環境面を考慮した無鉛はんだの要求が高まりつつあるが、主に、無鉛はんだは、Sn（スズ）を主成分としているため、従来のはんだに比べて一般的に、融点が高くなり、ぬれ性も若干劣り、機械的強度が低くなる傾向が認められる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の無鉛はんだは、Snを主成分としてそのほかにZn、In、Sb、Bi等の元素を添加して、欠点である高融点、ぬれ性不良、機械的強度低下を補足している。

【0004】しかしながら、個々の元素は、一長一短があり、たとえば、Znは、大気中で酸化を受けやすくぬれ性も悪くなる。Sbは、若干の毒性を有する元素であ

り、Inは、産出量が少なく供給に問題を有しコスト高となる。又、Biは、Sn-Biの共晶組成（融点：138℃）を作り、熱及び衝撃に弱い。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の無鉛はんだは、上記課題を解決するため毒性がなく安定供給性も優れているSn-Ag-Cu-Biを基本組成として選定した。そして本願の第1発明～第6発明は、上記基本構成に次のような組成を添加して構成されている。

【0006】第1発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Ni0.001～0.01質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。第2発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Ge0.005～0.05質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。第3発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Te0.001～0.01質量%、Ga0.01～0.1質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。

【0007】第4発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Co0.001～0.01質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。

【0008】第5発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Cr0.005～0.05質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。第6発明は、組成が、Ag0.5～3.5質量%、Bi0.5～10.0質量%、Cu0.1～1.0質量%、P0.001～0.01質量%、Cr0.005～0.05質量%、Co0.001～0.01質量%、およびSnを含むはんだ合金に係るものである。

【0009】第1発明のはんだ組成において、Agの添加は、熔融温度の低下と機械的特性を改善する効果がある。しかしながら、Ag添加量が0.5質量%未満では、その効果は不十分で、一方3.5質量%超では熔融温度の上昇とコスト高を招きその効果は期待できない。Ag添加量が1.5質量%から2.5質量%において熔融温度の低下と機械的特性を改善する効果が見られるので、最も好ましい。

【0010】Biの添加は、はんだの熔融温度を下げ、部品やプリント基板の熱的損傷を防止し、さらにははんだ付け後の機械的特性を改善する効果がある。しかしながらBi添加量が0.5質量%未満では、その効果は

不十分で、一方10.0質量%超では硬くて脆くなる。

【0011】Cuの添加は、組織をより微細化させ、機械的特性をさらに改善する効果がある。しかしながら、Cu添加量が0.1質量%未満では、その効果は不十分で、一方1.0質量%超では熔融温度の上昇と結晶組織の粗大化により機械的特性を低下させる。Cu添加量が0.5質量%から0.8質量%において組織をより微細化させ、機械的特性をさらに改善する効果が見られるので、最も好ましい。

【0012】Pの添加は、酸化防止と機械的特性を改善する効果がある。しかしながら、P添加量が0.001質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.01質量%超では、機械的特性を低下させる。P添加量が0.004から0.006質量%においては、酸化防止効果と機械的特性を改善する効果が見られるので、最も好ましい。

【0013】Ni添加ははんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させるが、Ni添加量が0.001質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.01質量%超では熔融温度を急上昇させる。Ni添加量が0.004から0.006質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させる効果が見られるので、最も好ましい。

【0014】第2発明のはんだ組成において、Ge添加ははんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させるが、Ge添加量が0.005質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.05質量%超では熔融温度を急上昇させる。Ge添加量が0.008から0.012質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させる効果が見られるので、最も好ましい。

【0015】第3発明のはんだ組成において、Te、Gaを添加したのは、より組織の微細化と機械的特性の改善を図ることと酸化防止を目的とする。しかしながら、Te添加量が0.001質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.001質量%超では熔融温度が上昇する。Ga添加量が0.01質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.1質量%超では熔融温度が上昇する。Te添加量が0.001から0.005質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させ、酸化防止効果も見られるので、最も好まし

い。Ga添加量が0.01から0.05質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させ、酸化防止効果も見られるので、最も好ましい。

【0016】第4発明のはんだ組成において、Coを添加したのは、より組織の微細化と機械的特性の改善を図ることを目的とする。しかしながら、Co添加量が0.001質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.01質量%超では熔融温度が上昇する。Co添加量が0.004から0.006質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させる効果が見られるので、最も好ましい。

【0017】第5発明のはんだ組成において、Crを添加したのは、より組織の微細化と機械的特性の改善を図ることを目的とする。しかしながら、Cr添加量が0.005質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.05質量%超では熔融温度が上昇する。Cr添加量が0.01から0.02質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させる効果が見られるので、最も好ましい。

【0018】第6発明のはんだ組成において、第5発明のはんだ組成にさらにCoを添加したのは、Crがもっているはんだ組織を微細化する効果と機械的特性の改善する効果をより高めることを目的とする。しかしながら、Co添加量が0.001質量%未満では、その効果は不十分で、一方0.01質量%超では熔融温度が上昇する。Co添加量が0.004から0.006質量%においては、はんだ組織をより微細化させ、機械的特性を更に改善させる効果が見られるので、最も好ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】実施例として、表1（実施例No. 1-01~1-24）、表2（実施例No. 2-01~2-24）、表3（実施例No. 3-01~3-24）、表4（実施例No. 4-01~4-24）、表5（実施例No. 5-01~5-24）、表6（実施例No. 6-01~6-24）に示す組成のはんだ合金を製作した。

【0020】表1から表6における組成割合を示す数字は、質量%を示し、また熔融温度は（固相線温度～液相線温度）を示す。

【0021】

【表1】

表1. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Ni	溶注温度℃
1-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.001	217 ~232
1-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.001	212 ~227
1-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.001	209 ~222
1-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.001	201 ~218
1-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.001	192 ~214
1-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.001	178 ~206
1-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.004	218 ~232
1-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.004	213 ~227
1-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.004	210 ~222
1-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.004	203 ~218
1-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.004	194 ~214
1-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.004	178 ~208
1-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.006	218 ~232
1-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.006	214 ~227
1-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.006	210 ~222
1-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.006	203 ~218
1-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.006	194 ~215
1-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.006	179 ~207
1-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.01	219 ~232
1-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.01	214 ~227
1-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.01	211 ~222
1-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.01	205 ~219
1-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.01	194 ~215
1-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.01	179 ~208

【0022】

【表2】

表2. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Ge	熔融温度℃
2-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.005	217 ~232
2-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.005	212 ~227
2-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.005	209 ~222
2-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.005	201 ~218
2-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.005	192 ~214
2-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.005	178 ~206
2-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.008	218 ~232
2-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.008	213 ~227
2-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.008	210 ~222
2-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.008	203 ~218
2-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.008	194 ~214
2-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.008	178 ~208
2-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.012	218 ~232
2-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.012	215 ~227
2-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.012	210 ~223
2-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.012	204 ~219
2-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.012	194 ~215
2-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.012	179 ~207
2-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.05	219 ~232
2-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.05	215 ~228
2-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.05	211 ~224
2-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.05	205 ~219
2-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.05	194 ~215
2-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.05	179 ~208

【0023】

【表3】

表3. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Te	Ga	溶融温度℃
3-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.001	0.01	217 ~232
3-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.001	0.01	212 ~227
3-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.001	0.01	209 ~222
3-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.001	0.01	201 ~218
3-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.001	0.01	192 ~214
3-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.001	0.01	178 ~206
3-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.004	0.04	218 ~232
3-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.004	0.04	213 ~227
3-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.004	0.04	210 ~222
3-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.004	0.04	203 ~218
3-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.004	0.04	194 ~214
3-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.004	0.04	178 ~208
3-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.006	0.06	218 ~232
3-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.006	0.06	215 ~227
3-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.006	0.06	210 ~223
3-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.006	0.06	204 ~219
3-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.006	0.06	194 ~215
3-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.006	0.06	179 ~207
3-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.01	0.1	219 ~232
3-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.01	0.1	215 ~228
3-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.01	0.1	211 ~224
3-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.01	0.1	205 ~219
3-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.01	0.1	194 ~215
3-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.01	0.1	179 ~208

【0024】

【表4】

表4. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Co	浴液温度℃
4-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.001	217 ~232
4-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.001	212 ~227
4-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.001	209 ~222
4-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.001	201 ~218
4-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.001	192 ~214
4-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.001	178 ~206
4-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.004	218 ~232
4-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.004	213 ~227
4-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.004	210 ~222
4-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.004	203 ~218
4-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.004	194 ~214
4-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.004	178 ~208
4-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.006	218 ~232
4-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.006	215 ~227
4-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.006	210 ~223
4-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.006	204 ~219
4-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.006	194 ~215
4-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.006	179 ~207
4-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.01	219 ~232
4-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.01	215 ~228
4-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.01	211 ~224
4-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.01	205 ~219
4-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.01	194 ~215
4-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.01	179 ~208

【0025】

【表5】



表5. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Cr	熔融温度℃
5-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.005	217 ~232
5-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.005	212 ~221
5-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.005	209 ~222
5-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.005	201 ~218
5-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.005	192 ~214
5-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.005	178 ~206
5-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.01	218 ~232
5-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.01	213 ~227
5-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.01	210 ~222
5-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.01	203 ~218
5-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.01	194 ~214
5-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.01	178 ~208
5-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.02	218 ~232
5-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.02	215 ~227
5-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.02	210 ~223
5-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.02	204 ~219
5-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.02	194 ~215
5-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.02	179 ~207
5-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.05	219 ~232
5-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.05	215 ~228
5-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.05	211 ~224
5-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.05	205 ~219
5-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.05	194 ~215
5-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.05	179 ~208

【0026】

【表6】

表6. 実施例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	P	Cr	Co	熔融温度℃
6-01	残部	0.5	0.5	0.1	0.001	0.005	0.001	217 ~232
6-02	残部	0.5	1.0	0.1	0.001	0.005	0.001	212 ~227
6-03	残部	0.5	2.0	0.1	0.001	0.005	0.001	209 ~222
6-04	残部	0.5	5.0	0.1	0.001	0.005	0.001	201 ~218
6-05	残部	0.5	8.0	0.1	0.001	0.005	0.001	192 ~214
6-06	残部	0.5	10.0	0.1	0.001	0.005	0.001	178 ~206
6-07	残部	1.0	0.5	0.4	0.004	0.01	0.004	218 ~232
6-08	残部	1.0	1.0	0.4	0.004	0.01	0.004	213 ~227
6-09	残部	1.0	2.0	0.4	0.004	0.01	0.004	210 ~222
6-10	残部	1.0	5.0	0.4	0.004	0.01	0.004	203 ~218
6-11	残部	1.0	8.0	0.4	0.004	0.01	0.004	194 ~214
6-12	残部	1.0	10.0	0.4	0.004	0.01	0.004	178 ~208
6-13	残部	2.0	0.5	0.6	0.006	0.02	0.006	218 ~232
6-14	残部	2.0	1.0	0.6	0.006	0.02	0.006	215 ~227
6-15	残部	2.0	2.0	0.6	0.006	0.02	0.006	210 ~223
6-16	残部	2.0	5.0	0.6	0.006	0.02	0.006	204 ~218
6-17	残部	2.0	8.0	0.6	0.006	0.02	0.006	194 ~215
6-18	残部	2.0	10.0	0.6	0.006	0.02	0.006	179 ~207
6-19	残部	3.5	0.5	1.0	0.01	0.05	0.01	219 ~232
6-20	残部	3.5	1.0	1.0	0.01	0.05	0.01	215 ~228
6-21	残部	3.5	2.0	1.0	0.01	0.05	0.01	211 ~223
6-22	残部	3.5	5.0	1.0	0.01	0.05	0.01	205 ~218
6-23	残部	3.5	8.0	1.0	0.01	0.05	0.01	194 ~215
6-24	残部	3.5	10.0	1.0	0.01	0.05	0.01	179 ~208

【0027】前記、実施例と比較するための比較例として、表7に示す組成のはんだ合金（比較例No. 1～5）を製作し、その熔融温度を測定した。

【0028】

【表7】

表7. 比較例

No.	Sn	Ag	Bi	Cu	熔融温度(℃)
1	残部	3.5	—	—	221~229
2	残部	1.5	5.0	—	205~219
3	残部	1.5	—	1.0	217~222
4	残部	1.5	5.0	1.0	201~218
5	残部	2.0	7.5	0.5	177~209

【0029】前記、実施例及び比較例について、常温時の引張り試験（測定1）、高温時の引張り試験（測定2）、常温時の破断時間測定によるクリープ試験（測定3）、高温時の抜け落ち時間測定（測定4）、常温時のヤング率（測定5）の測定をおこなった。

【0030】比較例の測定結果を表8に、実施例の測定結果を表9～14に示す。なお、引張強度の単位はkgf/mm<sup>2</sup>、伸びの単位は%、破断時間及び段落ち時間の単位は時間(Hr)、ヤング率はkN/mm<sup>2</sup>である。

【0031】

【表8】

表8. 比較例の測定結果

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	抜落ち時間	ヤング率
1	6.7	27.4	4.8	25.3	9200以上	6600以上	40.2
2	7.6	15.3	5.3	14.5	9200以上	6600以上	37.8
3	5.5	27.4	3.9	29.4	9200以上	6600以上	41.3
4	8.4	16.	5.8	15.8	9200以上	6600以上	38.7
5	8.3	13.2	5.5	14.8	8300	6600以上	41.6

【0032】

【表9】

表9. 実施例NO. 1-01~1-24のはんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	抜落ち時間	ヤング率
1-01	7.2	16.7	5.7	15.6	9200以上	6600以上	38.2
1-02	7.3	15.3	5.9	14.2	9200以上	6600以上	37.8
1-03	7.7	15.4	6.1	13.8	9200以上	6600以上	37.4
1-04	7.9	14.2	6.4	12.1	9200以上	6600以上	36.7
1-05	8.4	13.8	6.7	11.8	9200以上	6600以上	35.9
1-06	8.8	12.4	6.9	10.2	9200以上	6600以上	35.1
1-07	7.3	16.3	5.9	16.1	9200以上	6600以上	39.0
1-08	7.5	15.7	6.2	15.0	9200以上	6600以上	38.6
1-09	7.8	14.3	6.4	14.1	9200以上	6600以上	37.5
1-10	8.1	13.5	6.6	13.0	9200以上	6600以上	36.7
1-11	8.4	12.6	6.9	12.3	9200以上	6600以上	36.1
1-12	8.9	11.8	7.2	10.9	9200以上	6600以上	35.5
1-13	7.4	15.4	5.8	15.8	9200以上	6600以上	39.1
1-14	7.6	14.7	8.2	14.4	9200以上	6600以上	38.6
1-15	7.8	14.1	6.4	13.5	9200以上	6600以上	37.8
1-16	8.3	13.7	6.9	12.5	9200以上	6600以上	37.1
1-17	8.5	12.2	7.0	11.9	9200以上	6600以上	36.5
1-18	9.2	11.0	7.3	10.4	9200以上	6600以上	36.0
1-19	7.5	15.9	5.5	15.2	9200以上	6600以上	38.4
1-20	7.9	14.3	5.7	14.0	9200以上	6600以上	37.5
1-21	8.4	13.4	5.9	13.3	9200以上	6600以上	37.3
1-22	8.9	12.2	6.0	12.1	9200以上	6600以上	36.6
1-23	9.2	11.8	6.8	11.3	9200以上	6600以上	35.5
1-24	9.5	10.8	7.0	10.2	9200以上	6600以上	35.0

【0033】

【表10】

表10. 実施例NO. 2-01~2-24のはんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	抜落ち時間	ヤング率
2-01	7.3	16.6	5.5	15.2	9200以上	6600以上	38.5
2-02	7.5	15.1	5.6	14.0	9200以上	6600以上	37.9
2-03	7.8	14.7	5.9	13.4	9200以上	6600以上	37.3
2-04	8.1	13.9	6.2	11.9	9200以上	6600以上	36.8
2-05	8.6	13.5	6.6	11.6	9200以上	6600以上	35.6
2-06	9.0	12.0	6.8	10.5	9200以上	6600以上	34.9
2-07	7.1	16.5	5.6	15.4	9200以上	6600以上	37.8
2-08	7.3	15.0	6.1	14.0	9200以上	6600以上	36.9
2-09	7.5	14.8	6.3	13.6	9200以上	6600以上	37.0
2-10	8.0	14.1	6.8	11.8	9200以上	6600以上	36.5
2-11	8.3	13.7	7.1	11.2	9200以上	6600以上	36.3
2-12	8.7	12.2	7.3	10.0	9200以上	6600以上	35.6
2-13	7.4	16.4	5.7	15.6	9200以上	6600以上	38.1
2-14	7.7	15.4	5.9	14.2	9200以上	6600以上	37.3
2-15	8.0	14.9	6.1	13.8	9200以上	6600以上	36.8
2-16	7.9	13.7	6.4	12.1	9200以上	6600以上	36.5
2-17	8.5	12.9	6.7	11.8	9200以上	6600以上	36.2
2-18	8.7	11.8	6.9	10.2	9200以上	6600以上	35.4
2-19	7.3	15.9	5.7	15.2	9200以上	6600以上	38.2
2-20	7.6	14.2	5.9	14.4	9200以上	6600以上	37.6
2-21	8.0	13.5	6.1	13.7	9200以上	6600以上	37.3
2-22	8.0	12.2	6.4	12.3	9200以上	6600以上	36.8
2-23	8.7	11.5	6.7	11.2	9200以上	6600以上	36.0
2-24	9.1	10.5	6.9	9.9	9200以上	6600以上	35.3

【0034】

【表11】

表11. 実施例NO. 3-01~3-24のほんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	抜落ち時間	ヤング率
3-01	7.1	16.6	5.5	15.3	9200以上	6600以上	38.4
3-02	7.4	15.3	5.8	14.1	9200以上	6600以上	37.6
3-03	7.9	14.6	6.0	12.9	9200以上	6600以上	37.2
3-04	8.2	14.0	6.3	11.8	9200以上	6600以上	36.9
3-05	8.8	13.7	6.9	11.4	9200以上	6600以上	36.1
3-06	9.1	12.2	7.0	10.8	9200以上	6600以上	35.8
3-07	7.0	16.3	5.9	15.2	9200以上	6600以上	37.9
3-08	7.4	14.9	6.2	14.1	9200以上	6600以上	37.4
3-09	7.7	14.6	6.5	13.4	9200以上	6600以上	37.0
3-10	8.1	14.0	6.9	11.7	9200以上	6600以上	36.9
3-11	8.4	13.8	7.1	11.4	9200以上	6600以上	36.0
3-12	8.9	12.3	7.2	10.3	9200以上	6600以上	35.8
3-13	7.5	16.1	5.3	15.4	9200以上	6600以上	38.4
3-14	7.8	15.7	5.6	14.0	9200以上	6600以上	37.9
3-15	8.2	14.9	6.0	13.7	9200以上	6600以上	37.1
3-16	8.3	13.9	6.2	12.0	9200以上	6600以上	36.6
3-17	8.7	13.2	6.6	11.6	9200以上	6600以上	35.9
3-18	9.1	12.1	6.9	10.4	9200以上	6600以上	35.7
3-19	7.1	15.1	5.7	14.7	9200以上	6600以上	
3-20	7.4	14.0	5.9	13.8	9200以上	6600以上	
3-21	7.7	13.3	6.1	12.9	9200以上	6600以上	
3-22	8.1	12.0	6.4	11.5	9200以上	6600以上	35.6
3-23	8.8	11.1	6.7	10.8	9200以上	6600以上	34.9
3-24	9.3	10.0	6.8	9.7	9200以上	6600以上	34.7

【0035】

【表12】

表12. 実施例NO. 4-01~4-24のはんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	抜落ち時間	ヤング率
4-01	7.4	16.9	5.2	15.0	9200以上	6600以上	37.9
4-02	7.5	15.0	5.7	13.7	9200以上	6600以上	36.6
4-03	7.8	14.4	6.1	12.6	9200以上	6600以上	36.2
4-04	8.0	13.9	6.5	11.9	9200以上	6600以上	36.0
4-05	8.6	13.6	6.8	11.2	9200以上	6600以上	35.8
4-06	8.8	12.5	7.1	10.7	9200以上	6600以上	35.4
4-07	7.1	16.1	5.6	15.3	9200以上	6600以上	38.1
4-08	7.3	15.7	6.0	14.5	9200以上	6600以上	37.6
4-09	7.8	14.5	6.3	13.0	9200以上	6600以上	37.5
4-10	8.3	13.8	6.7	12.1	9200以上	6600以上	36.9
4-11	8.6	12.7	7.0	11.5	9200以上	6600以上	36.0
4-12	9.1	11.9	7.3	10.1	9200以上	6600以上	35.6
4-13	7.4	16.3	5.2	15.3	9200以上	6600以上	38.0
4-14	7.7	15.5	5.4	14.1	9200以上	6600以上	37.6
4-15	8.3	14.6	5.7	13.9	9200以上	6600以上	37.3
4-16	8.4	13.5	6.0	12.3	9200以上	6600以上	36.9
4-17	8.6	12.8	6.4	11.8	9200以上	6600以上	35.6
4-18	9.0	11.4	6.8	10.2	9200以上	6600以上	35.0
4-19	7.0	15.1	5.5	14.5	9200以上	6600以上	38.6
4-20	7.1	14.3	5.9	13.5	9200以上	6600以上	37.5
4-21	7.4	13.2	6.1	12.7	9200以上	6600以上	37.3
4-22	8.3	11.8	6.2	11.4	9200以上	6600以上	36.6
4-23	8.9	10.3	6.4	10.3	9200以上	6600以上	36.1
4-24	9.2	9.8	6.6	9.8	9200以上	6600以上	35.4

【0036】

【表13】

表13. 実施例NO. 5-01~5-24のはんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	脱落時間	ヤング率
5-01	7.3	16.8	5.4	15.3	9200以上	6600以上	38.1
5-02	7.4	15.2	5.8	14.1	9200以上	6600以上	37.4
5-03	7.6	14.5	6.1	13.8	9200以上	6600以上	36.9
5-04	7.9	13.7	6.4	12.5	9200以上	6600以上	36.2
5-05	8.3	13.3	7.1	11.4	9200以上	6600以上	35.4
5-06	8.7	12.4	7.4	10.9	9200以上	6600以上	35.2
5-07	7.3	16.3	5.8	15.1	9200以上	6600以上	37.9
5-08	7.5	15.6	6.0	14.3	9200以上	6600以上	37.5
5-09	7.9	14.3	6.2	12.8	9200以上	6600以上	37.3
5-10	8.2	13.6	6.5	12.3	9200以上	6600以上	37.0
5-11	8.5	12.4	6.9	11.2	9200以上	6600以上	36.5
5-12	9.0	11.7	7.2	10.4	9200以上	6600以上	35.8
5-13	7.3	16.0	5.7	15.7	9200以上	6600以上	38.7
5-14	7.6	15.2	6.2	14.0	9200以上	6600以上	37.9
5-15	8.1	14.5	6.7	13.6	9200以上	6600以上	37.4
5-16	8.3	13.4	7.0	12.4	9200以上	6600以上	37.0
5-17	8.8	12.5	7.3	11.6	9200以上	6600以上	36.0
5-18	9.3	11.0	7.7	10.1	9200以上	6600以上	35.3
5-19	7.2	15.3	5.6	14.3	9200以上	6600以上	38.3
5-20	7.3	14.2	6.0	13.4	9200以上	6600以上	37.7
5-21	7.6	13.5	6.2	12.8	9200以上	6600以上	37.4
5-22	8.1	12.0	6.4	11.2	9200以上	6600以上	36.5
5-23	8.4	11.2	6.7	10.6	9200以上	6600以上	36.0
5-24	8.9	9.9	6.8	10.2	9200以上	6600以上	35.6

【0037】

【表14】

表14. 実施例NO. 6-01~6-24のはんだ合金の特性比較データ

評価 No.	測定条件1		測定条件2		測定条件3	測定条件4	測定条件5
	引張強度	伸び	引張強度	伸び	破断時間	脱落時間	ヤング率
6-01	7.2	16.6	5.6	15.1	9200以上	6600以上	38.2
6-02	7.5	15.1	5.9	14.3	9200以上	6600以上	37.3
6-03	7.8	14.6	6.2	13.5	9200以上	6600以上	36.8
6-04	8.1	13.6	6.6	12.7	9200以上	6600以上	36.3
6-05	8.5	13.1	7.0	11.8	9200以上	6600以上	35.9
6-06	8.9	12.2	7.2	10.6	9200以上	6600以上	35.5
6-07	7.2	15.9	5.4	15.0	9200以上	6600以上	38.3
6-08	7.7	15.5	5.8	14.7	9200以上	6600以上	37.8
6-09	8.0	14.7	6.1	13.2	9200以上	6600以上	37.3
6-10	8.3	13.9	6.4	12.7	9200以上	6600以上	36.8
6-11	8.4	12.5	6.7	11.5	9200以上	6600以上	36.3
6-12	8.8	11.8	7.0	10.8	9200以上	6600以上	35.7
6-13	7.5	15.9	5.4	15.7	9200以上	6600以上	37.9
6-14	7.7	15.0	5.9	14.3	9200以上	6600以上	37.5
6-15	8.3	14.7	6.4	13.8	9200以上	6600以上	37.4
6-16	8.7	13.6	6.8	12.1	9200以上	6600以上	36.7
6-17	9.1	12.2	7.0	11.8	9200以上	6600以上	35.8
6-18	9.5	10.9	7.4	10.5	9200以上	6600以上	35.3
6-19	7.1	15.3	4.8	14.1	9200以上	6600以上	37.6
6-20	7.5	14.1	5.1	13.0	9200以上	6600以上	36.9
6-21	7.9	13.0	5.5	12.2	9200以上	6600以上	36.4
6-22	8.2	11.6	5.8	11.1	9200以上	6600以上	35.9
6-23	8.6	10.5	6.3	10.4	9200以上	6600以上	35.2
6-24	9.1	9.8	6.8	9.3	9200以上	6600以上	34.7

【0038】測定1~測定4の測定条件は、次に示すとおりである。

【0039】

測定1： 装置：引張り試験機（島津製作所製商品名：オートグラフ）  
 温度：常温（25℃）  
 引張速度：10（mm/min.）  
 評価：○ 引張強さ（Kgf/mm<sup>2</sup>）  
 ○ 伸び（%）

測定2： 装置：引張り試験機（島津製作所製商品名：オートグラフ）  
 温度：高温（100℃）  
 引張速度：10（mm/min.）  
 評価：○ 引張強さ（Kgf/mm<sup>2</sup>）  
 ○ 伸び（%）

測定3： 装置：図1に示す装置及び試験片  
 温度：常温（25℃）  
 荷重：15kg（7.5N/mm<sup>2</sup>）〔クリープ抵抗〕  
 評価：破断するまでの時間（Hr.）  
 試験方法：常温（25℃）で図1のように形成したはんだ合金試験片に7.5N/mm<sup>2</sup>の荷重を加え破断までの時間を測定した。

【0040】

測定4： 装置：図2に示す装置  
 温度：高温（100℃）  
 荷重：1kg〔クリープ抵抗〕



評価：銅線が抜け落ちるまでの時間（Hr.）

試験方法：高温（100℃）で図2のように片面銅ランドスルーホール基板に直径1mmの銅線を55mgのはんだではんだ付けし、下方に1Kgfの荷重を加え破断までの時間を測定した。

【0041】

測定5： 装置：引張り試験機（島津製作所製商品名：オートグラフ）

温度：常温（25℃）

引張速度：10（mm/min.）

評価： 引張強さと伸びからヤング率を求める。

【0042】測定の結果、常温時の引張り試験（測定1）において、実施例は、比較例と比較すると引張強度は高い傾向が認められたが、伸びは低くなっていた。

【0043】高温（100℃）時の引張り試験（測定2）においては、実施例は、比較例に対し、その引張強度が十分に高いことが認められたが、伸びは低くなっていた。

【0044】特に上記実施例は、常温時の破断時間測定によるクリープ試験（測定3）において、比較例に対し、耐クリープ性が格段に優れたものであることが認められた。

【0045】更に上記実施例は、高温時の抜落ち時間測定試験（測定4）において、比較例に対し、高温時ののはんだ付け部の接合強度が、極めて優れたものであることが認められた。

【0046】本発明のはんだ合金は、棒、ワイヤ、リボン、プリフォーム、はんだ粉末等の形態で用いることが

でき、又フラックスを含有するものについても、使用可能である。

【0047】

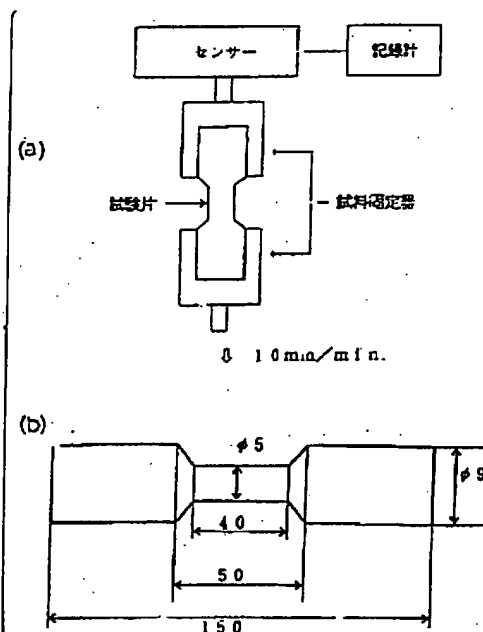
【発明の効果】本発明によれば、耐熱特性及び耐クリープ特性に優れ、特に高温時ののはんだ付け部の接合強度及び引張強度に優れた無鉛のはんだ合金を提供することができる。そして、本発明のはんだ合金を用いて、精密電子機器や自動車用電子機器のはんだ付けを行った場合には、熱疲労によるクラックやのはんだ付け剥離が発生しない、信頼性のあるはんだ付けを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

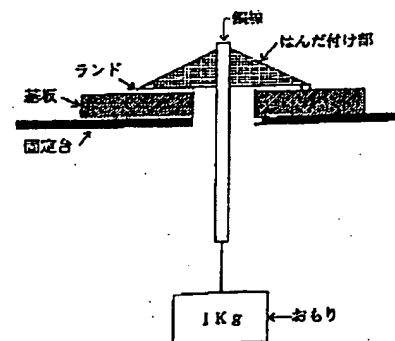
【図1】 常温時の破断時間測定によるクリープ試験に用いる装置と試験片を示し、（a）は装置、（b）は試験片をそれぞれ示す図。

【図2】 高温時の抜落ち時間測定試験に用いる装置を示す図。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 尾本 多佳彦  
大阪府堺市築港浜寺西町7番21号 石川金  
属株式会社内

(72)発明者 尾崎 仁一  
大阪府堺市築港浜寺西町7番21号 石川金  
属株式会社内

Fターム(参考) 5E319 BB08 CC22 GG20